

PCT/BY98/00004
09/446330

6
12 Jun 00
P. Tallyant

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПАТЕНТНЫЙ КОМИТЕТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

220072, г. Минск, ул. Ф. Скорины, д. 1

г. 211-83-24

№ 030/01-32

29 июля 1998 г.

С П Р А В К А

REC'D 08 SEP 1998
WPO PCT

Государственный патентный комитет Республики Беларусь
(БЕЛГОСПАТЕНТ) настоящим удостоверяет, что приложенные материалы
являются точным воспроизведением первоначального описания, формулы и
чертежей заявки № 970314 на выдачу патента на изобретение, поданной 10
июня 1997 г. (10.06.97).

Название изобретения : Способ создания жидкокристаллического устройства
отображения информации с большим углом обзора.

PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Заявитель : Коновалов Виктор Алексеевич
Минько Анатолий Антонович
Муравский Анатолий Александрович
Яковенко Сергей Евгеньевич

Действительные авторы: Коновалов Виктор Алексеевич
Минько Анатолий Антонович
Муравский Анатолий Александрович
Яковенко Сергей Евгеньевич

Заместитель Председателя
БЕЛГОСПАТЕНТА

Надолинский Ю.М.

СПОСОБ СОЗДАНИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ С БОЛЬШИМ УГЛОМ ОБЗОРА

Изобретение относится к области электроники и может быть использовано при создании устройств отображения информации и, в частности, информационных жидкокристаллических (ЖК) ячеек, экранов, панелей и т.д.

Известны способы создания ЖК устройств [1] путем нанесения на две плоскопараллельные подложки проводящего и планарно ориентирующего покрытий и заполнения пространства между ними нематическим жидким кристаллом с положительной диэлектрической анизотропией. Ориентация жидкого кристалла от одной ориентирующей поверхности к другой плавно меняется на 90° в плоскости подложек. Такой же поворот испытывает поляризация проходящего через данное устройство света и в скрещенных поляризаторах оно пропускает свет. Прикладывая к электродам электрическое поле, оптическую ось жидкого кристалла переориентируют перпендикулярно электродам и данное устройство перестает поворачивать плоскость поляризации проходящего света, вследствие чего данное устройство в скрещенных поляризаторах свет не пропускает. Набором светлых и темных элементов создают произвольное изображение в том числе полутоновое, поскольку степень пропускания плавно зависит от величины приложенного напряжения.

Известны также такие способы создания ЖК устройств, как описанный в [2]. Согласно нему между подложками со сформированными на них прозрачными токопроводящими электродами и гомеотропно ориентирующими покрытиями вводят хиральный нематический жидкий кристалл с отрицательной диэлектрической анизотропией. В скрещенных поляризаторах такое устройство не пропускает свет. При приложении электрического поля оптическая ось

жидкого кристалла во всем объеме стремится стать перпендикулярно электрическому полю.. Если при этом хиральность нематического жидкого кристалла такова, что шаг спонтанной закрутки равен четверенной толщине образца, то будучи ориентированным электрическим полем параллельно подложкам жидкий кристалл спонтанно закручивается на угол 90°. При этом, ориентация жидкого кристалла вблизи подложек определяется всегда существующей (за счет анизотропии конструкции или за счет остаточной анизотропии гомеотропно ориентирующего покрытия) анизотропией устройства. Ориентируя поляроиды параллельно ориентации жидкого кристалла вблизи прилежащих подложек (и соответственно перпендикулярно друг другу) создают условия, при которых поляризация проходящего света следует за ориентацией жидкого кристалла и получают устройство пропускающее свет при приложении электрического поля с плавным его уменьшением при уменьшении приложенного напряжения.

Недостатком данного устройства, как и известного устройства, описанного в [1], является сильная зависимость пропускания от угла падения света и как следствие этого падение контраста и даже инверсия уровней пропускания под некоторыми углами наблюдения.

Наиболее близким к заявляемому по технической сущности является способ создания жидкокристаллического устройства, в котором для уменьшения этого нежелательного эффекта известный способ создания устройства [1] модифицируют таким образом, чтобы в пределах одного элемента изображения (пикселя) имелись области жидкого кристалла со всеми возможными ориентациями жидкого кристалла в плоскости подложки [3]. Это достигается нанесением фотополимерных ориентирующих покрытий с последующим облучением разных областей пикселя ультрафиолетовым излучением различной поляризации (многократная фотолитография с точным совмещением). Ориентация жидкого кристалла на поверхности таких покрытий определяется поляризацией полимеризующего излучения и поэтому различна в разных частях пикселя. В этом случае величина пропускания пикселя складывается из пропусканий областей с различной ориентацией жидкого кристалла и вследствие этого не зависит от

азимутального угла наблюдения. При этом исчезает также инверсия уровней пропускания.

Недостатком данного способа является его сложность и дороговизна из-за необходимости проведения многократных фотолитографий.

Известны также способы, в которых улучшение угловых характеристик достигается за счет применения специальных фазозадерживающих пленок [4] между слоем жидкого кристалла и поляроидами, однако это приводит к существенному повышению стоимости данных устройств.

Целью изобретения является упрощение способа создания жидкокристаллических устройств за счет сокращения количества операций и соответственно его удешевление без потери качества изображения (широкого угла обзора).

Поставленная цель достигается тем, что в известном способе создания устройства отображения информации на подложки наносят гомеотропно ориентирующее покрытие и заполняют пространство между подложками нематическим жидким кристаллом с отрицательной диэлектрической анизотропией, причем создают условия для возникновения неоднородной и неортогональной подложкам составляющей электрического поля в пространстве между электродами, так что приложении электрического поля к жидкому кристаллу его ориентация за счет этой составляющей была различна в пределах пикселя, что приводит к выравниванию оптических свойств данного устройства в различных направлениях наблюдения.

В состоянии без электрического поля молекулы ориентированы перпендикулярно подложкам и данное устройство не пропускает свет в скрещенных поляроидах. Приложении электрического поля переориентация жидкого кристалла перпендикулярно электрическому полю происходит не равномерно по всему пиксели, а в соответствии с направлением возникающего при этом параллельной подложкам составляющей электрического поля. Таким образом формируют области с различной (в том числе взаимно противоположной) ориентацией жидкого кристалла в пределах пикселя. Под различными углами наблюдения различные области имеют разные уровни пропускания и пропускание пикселя в целом равно некоторой усредненной

величине, за счет чего уменьшается явление инверсии уровней пропускания жидкокристаллического устройства отображения информации под любыми углами наблюдения как и в известном устройстве [3].

В заявляемом способе создания устройства можно применять как нехиральный, так и хиральный нематический жидкий кристалл. В первом случае пропускание света планарно ориентированным под действием электрического поля жидким кристаллом, находящимся между скрещенными поляроидами может быть обусловлено лишь его двулучепреломлением. Для достижения максимального пропускания необходимо, чтобы электрическое поле ориентировало жидкий кристалл под углом 45° к оси поляроидов и произведение толщины жидкокристаллического слоя на его двулучепреломление было равно нечетному числу полуволн света. Возможны четыре различных варианта такой ориентации жидкого кристалла и наиболее полно цель данного изобретения достигается, когда все эти варианты присутствуют в равной степени. Поскольку при отклонении ориентации жидкого кристалла от оптимального угла пропускание света уменьшается, то наибольшую яркость устройство, изготовленное по заявлению способу, имеет, когда жидкий кристалл под действием неоднородного электрического поля формирует домены, в пределах которых ориентация его однородна и направлена под 45° к оси поляроидов.

Пропускание закрученной структуры нематического жидкого кристалла между скрещенными поляроидами зависит от ориентации осей поляроидов относительно оси жидкого кристалла вблизи них. При их совпадении и соблюдении условия превышения произведения толщины жидкокристаллического слоя на двулучепреломление жидкого кристалла длины волны света, поляризация проходящего света поворачивается вслед за оптической осью жидкого кристалла. Это обеспечивает максимальную величину пропускания изготовленного по известному способу устройства [3] под действием приложенного электрического поля, превышающее пороговое для данного жидкого кристалла. Поскольку в изготовленном по

заявляемому способу устройстве в данном состоянии могут иметься области с различной ориентацией жидкого кристалла относительно поляроидов, то для достижения максимального пропускания такого устройства необходимо соблюдение условия равенства произведения толщины жидкокристаллического слоя на двулучепреломление жидкого кристалла целому числу волн света. При этом, поляризация света прошедшего сквозь жидкий кристалл также поворачивается на 90° и свет практически полностью проходит второй поляроид.

Приведенные выше требования к толщине жидкого кристалла справедливы в том случае, когда обе подложки и оба электрода прозрачны и устройство, созданное заявлением способом, используется для создания изображения в проходящем свете. В том случае, когда в заявлении способе создания устройства используется на отражение, одну из подложек и нанесенный на нее электрод делают непрозрачными (отражающими) для получения изображения используют один поляроид. В этом случае предпочтительная ориентация (закрученная либо нет, наличие доменов) и толщина жидкого кристалла в различных областях могут быть рассчитаны аналогично тому, как это делается для планарно ориентированных нематических структур [5]. Для расширения улов обзора (увеличения контраста при наклонных углах наблюдения) возможно сочетание заявляемого способа со способом [4] использующим, фазозадерживающие пленки. По заявлению способу можно также заполнять пространство между электродами жидким кристаллом с дихроичным красителем и тогда данное устройство может не иметь поляроидов и отображать информацию за счет поглощения света молекулами красителя. При этом, краситель может иметь дихроичное отношение как больше, так и меньше единицы, а жидкий кристалл может быть как хиральным, так и нехиральным.

Возможны различные способы создания условий для возникновения параллельной плоскости электродов составляющей приложенного к жидкому кристаллу электрического поля. Например, это может быть достигнуто приданием специального рисунка электродам, между которыми находится жидкий кристалл, или же нанесением профилированных диэлектрических

покрытий, разделяющих пиксел на части с различным направлением электрического поля. В конце концов само наличие границ пикселя является условием возникновения неоднородного по направлению электрического поля на его краях и также может быть использовано с данной целью. Существенным, при этом, является создание таких условий, чтобы приложении электрического поля к жидкому кристаллу возникала компонента электрического поля параллельная подложкам, причем в разных частях пикселя эта компонента была по-разному направлена, то есть различалась азимутальным углом.

Сравнение заявляемого решения с другими техническими решениями показывает, что комбинация гомеотропно ориентирующих покрытий с созданием условий для возникновения параллельной подложкам составляющей электрического поля приложении его к жидкому кристаллу, ранее не использовалась. Это позволяет сделать вывод о его соответствии критерию изобретения "новизна".

Сопоставительный анализ заявляемого решения с прототипом показывает, что в устройстве, изготовленном по заявляемому способу, в отличие от известного приложении электрического поля возникает неоднородная и параллельная подложкам составляющая электрического поля, за счет чего наблюдается неоднородная переориентация жидкого кристалла и не используется многократное облучение ультрафиолетовым излучением для улучшение угловых характеристик. Таким образом, заявляемый способ соответствует критерию изобретения "существенные отличия".

На фиг.1 представлен поперечный разрез изготовленного по известному способу [2] жидкокристаллического устройства отображения информации в состоянии без (а) и с (б) приложенным к жидкому кристаллу электрическим полем. Устройство состоит из стеклянных подложек 1 с нанесенными на них столбовыми 2 и строчными 3 прозрачными электродами и гомеотропно ориентирующим покрытием 4. Жидкий кристалл 5, молекулы которого изображены цилиндрами, находится между стеклянными подложками 1.

На фиг.2 представлен вид сверху и поперечный разрез изготовленного по заявляемому способу жидкокристаллического устройства отображения информации в состоянии без (а) и с (б) приложенным к жидкому кристаллу электрическим полем. Жидкий кристалл 5, молекулы которого изображены цилиндрами, находится между стеклянными подложками 1 с нанесенными на них столбовыми 2 и строчными 3 прозрачными электродами и гомеотропно ориентирующим покрытием 4. Разные столбцы цилиндров соответствуют областям с различной ориентацией жидкого кристалла (поворнутым примерно на 150 градусов в плоскости подложек 1. Стрелками указана ориентация молекул жидкого кристалла в центральном слое устройства.

На фиг.3 схематически изображен рисунок электродов сверху и в разрезе для сегментного (а) и матричного (б) жидкокристаллического устройства. Стрелки изображают силовые линии электрического поля. Показано, как на краях электродов возникает параллельная подложкам составляющая электрического поля.

На фиг.4 схематически изображен рисунок электродов сверху и в разрезе. Стрелки изображают силовые линии электрического поля. Показано, как на прорезях в электродах возникает параллельная подложкам составляющая электрического поля.

На фиг.5 схематически изображен рисунок электродов сверху и в разрезе. Стрелки изображают силовые линии электрического поля. Показано, как при приложении к соседним электродам, составляющим один пиксель, напряжения разной полярности возникает параллельная подложкам составляющая электрического поля.

На фиг.6 схематически изображен рисунок электродов сверху и в разрезе. Стрелки изображают силовые линии электрического поля. Показано, как в области дополнительного диэлектрического элемента с диэлектрической проницаемостью отличной от проницаемости жидкого кристалла возникает параллельная подложкам составляющая электрического поля.

На фиг.7 представлен график зависимости пропускания света изготовленным по известному способу [2] устройством от азимутального угла наблюдения при величине полярного

угла наблюдения 30 (а) и 50 (б) градусов. Различные кривые соответствуют разным уровням приложенного электрического поля (амплитуда его, измеряемая в вольтах, приведена в скобках).

На фиг.8 представлен график зависимости пропускания света изготовленным по заявлению способу устройством от азимутального угла наблюдения при величине полярного угла 30 (а) и 50 (б) градусов. Различные кривые соответствуют разным уровням электрического поля (амплитуда его, измеряемая в вольтах, приведена в скобках).

В соответствии с заявлением способом было изготовлено жидкокристаллическое устройство отображения информации, которое как и известное устройство, содержит две плоскопараллельные стеклянные подложки 1 (фиг.1,2), например толщиной 0.5 - 2 мм и линейными размерами от 1 см до нескольких дециметров. На обращенных друг к другу сторонах этих подложек наносят прозрачные электроды, столбцовый 2 и строчный 3, например из окиси сплава индий-олово и гомеотропно ориентирующее покрытие 4, например лецитин. Подложки 1 соединяют склейкой и заполняют жидким кристаллом с отрицательной диэлектрической анизотропией. Одним из описанных ниже способов создают условия для возникновения параллельной подложкам составляющей электрического поля при приложении его через электроды 2 и 3 к жидкому кристаллу.

Возможно применение различных методов создания условий для возникновения параллельной подложкам составляющей электрического поля. Например, как это показано на фиг.3, противолежащие электроды в сегментном жидкокристаллическом устройстве можно делать неодинаковых размеров. Тогда на краях сегмента поле не во всем объеме перпендикулярно подложкам (фиг.3а). В матричном жидкокристаллическом устройстве (фиг.3б) поле неизбежно будет иметь параллельную подложкам составляющую и при ширине электродов 2 и 3, сравнимой (отличающейся не более чем в 3-5 раз) с толщиной жидкокристаллического слоя, этой составляющей достаточно для равномерного разбиения пикселя на области с различной ориентацией жидкого кристалла. В тех случаях, когда требуется иметь пиксели большого размера (намного превышающие толщину слоя жидкого кристалла), большое

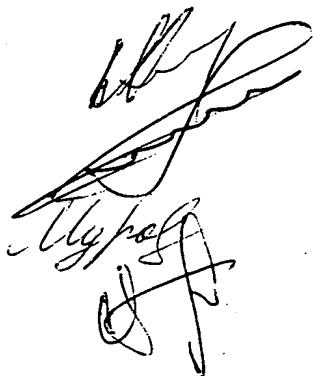
количество областей с существенно неортогональным подложкам электрическим полем можно получить разбивая электроды на множество составляющих, как это показано на фиг.4. Еще более сильную горизонтальную составляющую электрического поля можно получить если на четные и нечетные составляющие электродов подавать электрическое напряжение разной полярности, как это показано на фиг.5. Альтернативным методом получения большого количества областей с существенно неортогональным подложкам электрическим полем является, например, введение в область между электродами на противолежащих подложках большого количества частиц с диэлектрической проницаемостью существенно отличающейся от диэлектрической проницаемости жидкого кристалла (фиг.6).

Устройство, созданное данным способом, работает следующим образом. В состоянии без электрического поля ориентирующее покрытие 4 ориентирует молекулы жидкого кристалла перпендикулярно подложкам 1. В таком состоянии жидкий кристалл не изменяет поляризацию проходящего через него света и в скрещенных поляроидах пропускание жидкокристаллического устройства равно нулю. Когда на прозрачные электроды 2 и 3 подается напряжение, превышающее пороговое для данного жидкокристаллического материала, молекулы жидкого кристалла стремятся стать перпендикулярно полю. Жидкий кристалл начинает изменять поляризацию проходящего через него света и пропускание жидкокристаллического устройства становится отличным от нуля. Наличие параллельной подложкам составляющей электрического поля, неоднородно ориентированной в пределах пикселя приводит к тому, что в отличие от известного устройства (фиг.1) молекулы отклоняются от перпендикуляра к подложкам 1 в разные стороны (фиг.2). Под различными углами наблюдения различные области имеют разные уровни пропускания и пропускание пикселя в целом равно некоторой усредненной величине. За счет этого, в отличие от устройства, изготовленного без создания условий для возникновения неоднородной ориентации жидкого кристалла при приложении электрического поля (фиг.7), уменьшается явление инверсии уровней пропускания жидкокристаллического устройства отображения информации под любыми углами наблюдения (фиг.8).

Экспериментальные исследования устройства отображения информации, изготовленного заявляемым способом показали, что по сравнению с прототипом оно может быть изготовлено за меньшее число стадий (без многократных засветок ультрафиолетовым излучением через различные фотомаски с точным совмещением) и тем не менее обладает более высоким контрастом и столь же равномерной зависимостью пропускания от угла наблюдения и отсутствием инверсии уровней пропускания при наклонном наблюдении.

1. I.C.Khoo, S.T.Wu, Optics and nonlinear optics of liquid crystals (World Scientific, London) 1993, 390p.
2. S.T.Wu, C.S.Wu, SID Digest 27, 763 (1996).
3. M.Schadt, Proc.SID'97, 24.1 (1997).
4. N.Yamagishi, H.Watanabe, K.Yokoyama, 'Japan Display 89', 316 (1989).
5. D.W.Bertram, Appl.Phys.Letters, 35, 12 (1974).

Авторы:



Коновалов В.А.

Минько А.А.

Муравский А.А.

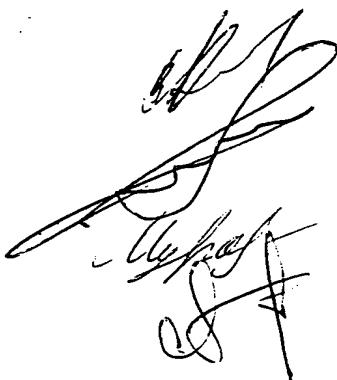
Яковенко С.Е.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

- Способ создания жидкокристаллического устройства отображения информации, включающий нанесение токопроводящих и гомеотропно ориентирующих покрытий на обращенные друг к другу поверхности плоскопараллельных подложек, и заполнение пространства между подложками нематическим жидким кристаллом с отрицательной диэлектрической анизотропией, отличающийся тем, что при приложении к электродам на противоположных подложках электрической разности потенциалов, создают параллельную плоскости подложек и неоднородную по направлению составляющую электрического поля, обуславливающую неоднородную ориентацию вышеупомянутого жидкого кристалла в пространстве между вышеупомянутыми электродами;
2. способ создания жидкокристаллического устройства отображения информации по п.1, в котором произведение толщины жидкокристаллического слоя на двулучепреломление жидкого кристалла подбирают равным нечетному числу полуволн света;
3. способ создания жидкокристаллического устройства отображения информации по п.1, в котором в вышеупомянутый жидкий кристалл примешивают хиральную добавку добиваясь чтобы равновесный шаг жидкого кристалла равен учетверенной толщине жидкокристаллического слоя;
4. способ создания жидкокристаллического устройства отображения информации по п.3, в котором произведение толщины жидкокристаллического слоя на двулучепреломление жидкого кристалла подбирают равным целому числу волн света;
5. способ создания жидкокристаллического устройства отображения информации по п.1, в котором один из электродов делают отражающим;
6. способ создания жидкокристаллического устройства отображения информации по п.1, в котором параллельную плоскости подложек составляющую электрического поля создают за счет того, что противоположные электроды делают разных линейных размеров;

7. способ создания жидкокристаллического устройства по п.1, в котором параллельную плоскости подложек составляющую электрического поля создают за счет того, что по крайней мере один из электродов разбивают на множество составляющих;
8. способ создания жидкокристаллического устройства по п.1, в котором параллельную плоскости подложек составляющую электрического поля создают за счет того, что на четные и нечетные составляющие электродов подают электрическое напряжение разной полярности;
9. способ создания жидкокристаллического устройства по п.1, в котором параллельную плоскости подложек составляющую электрического поля создают за счет того, что в область жидкого кристалла вводят частицы с диэлектрической проницаемостью, существенно отличающейся от диэлектрической проницаемости жидкого кристалла.

Авторы:



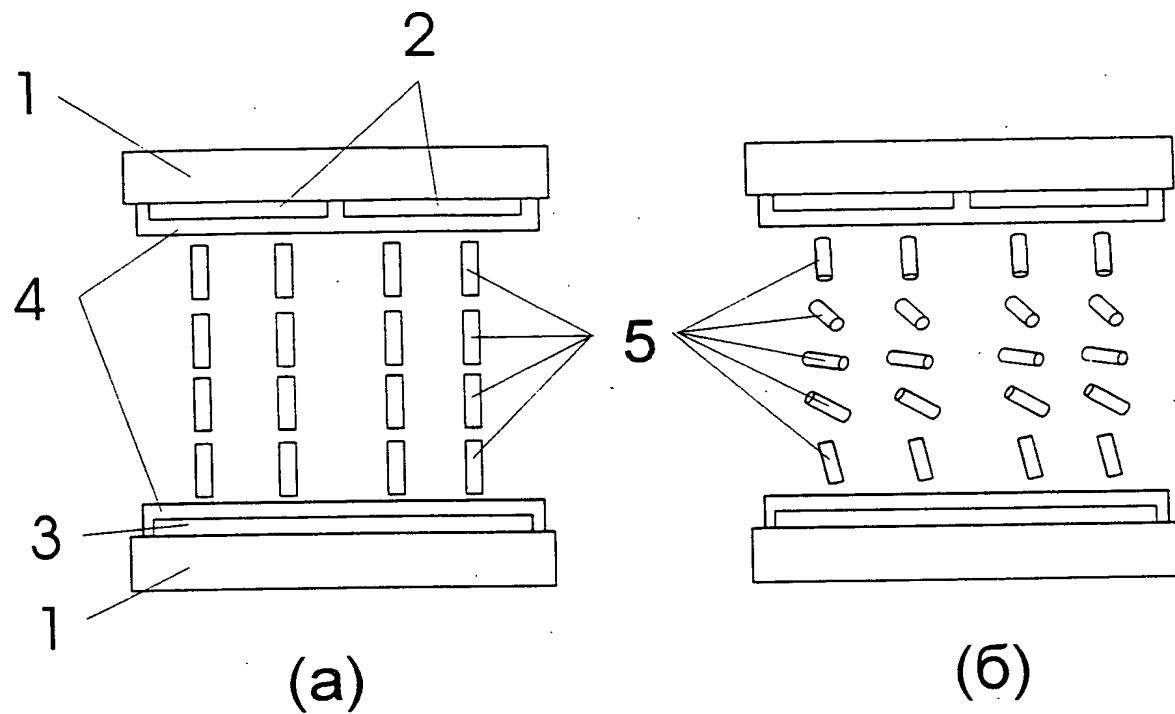
Коновалов В.А.

Минько А.А.

Муравский А.А.

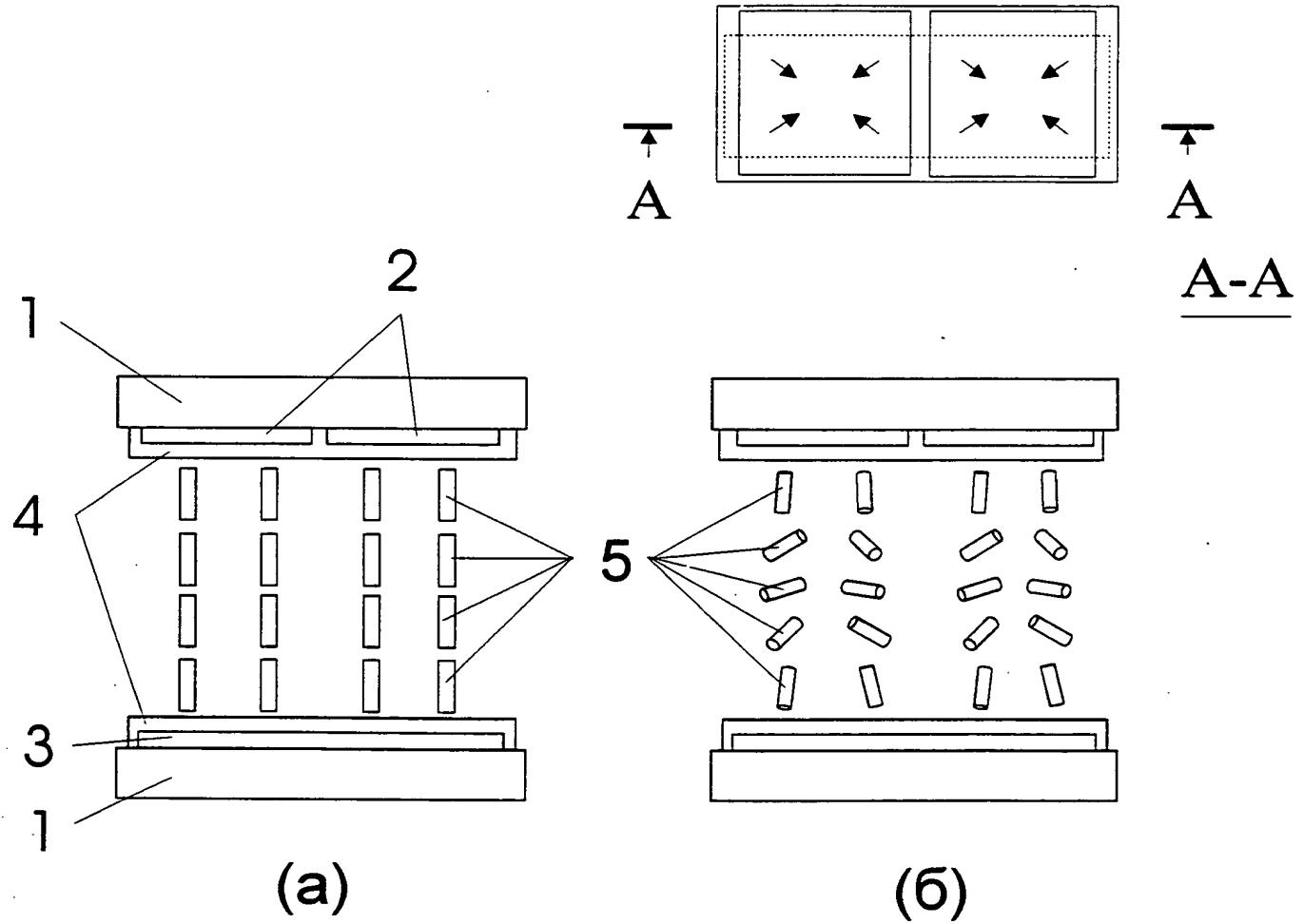
Яковенко С.Е.

СПОСОБ СОЗДАНИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО
УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ С
БОЛЬШИМ УГЛОМ ОБЗОРА



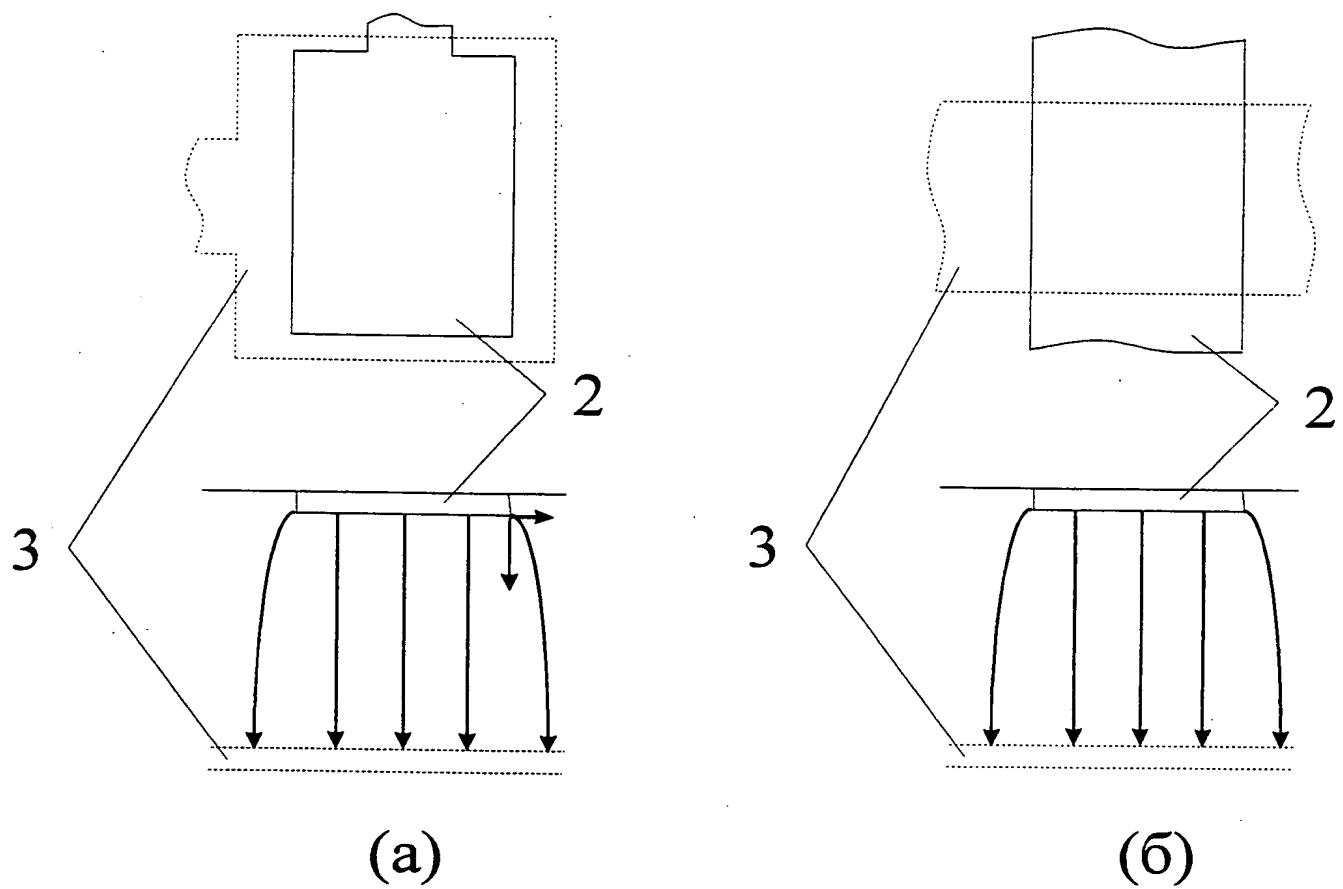
Фиг.1

СПОСОБ СОЗДАНИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО
УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ С
БОЛЬШИМ УГЛОМ ОБЗОРА



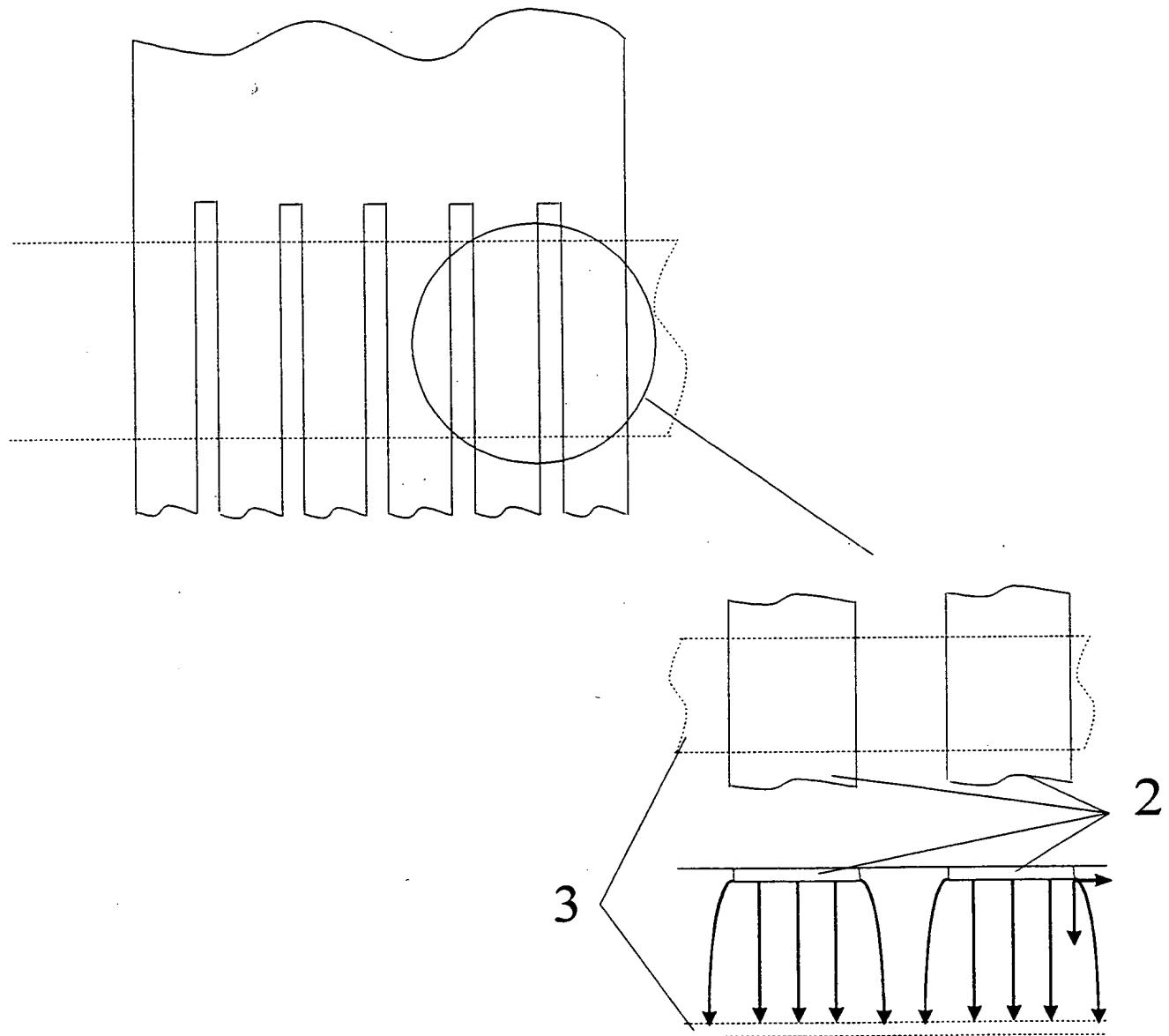
Фиг.2

СПОСОБ СОЗДАНИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО
УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ С
БОЛЬШИМ УГЛОМ ОБЗОРА



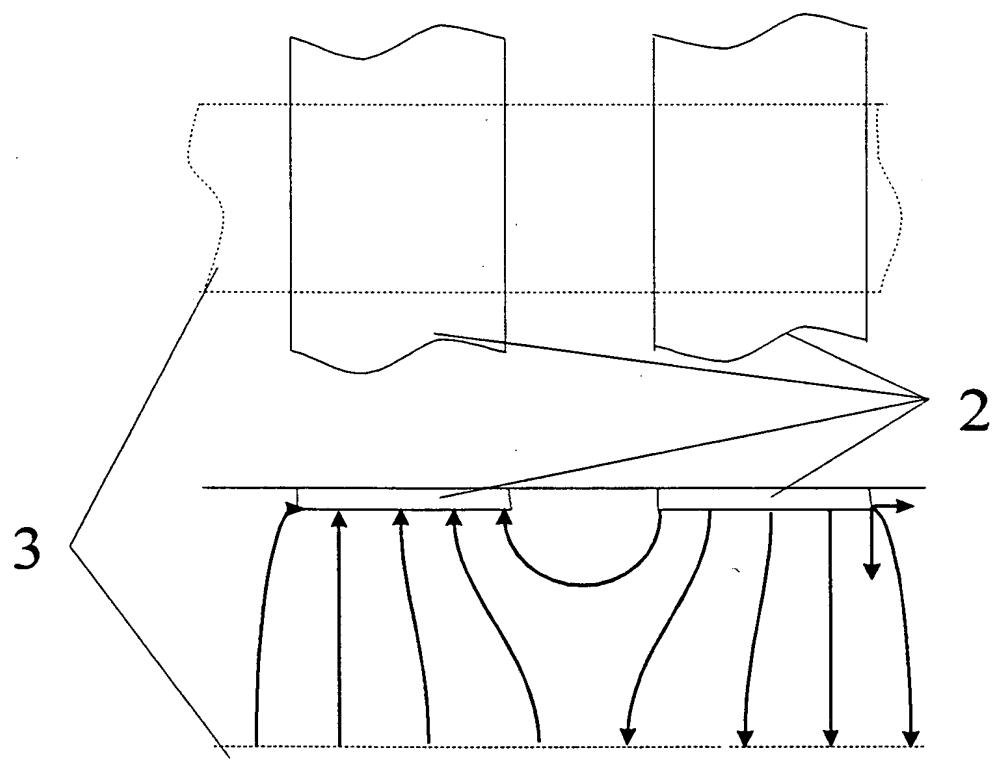
Фиг.3

СПОСОБ СОЗДАНИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО
УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ С
БОЛЬШИМ УГЛОМ ОБЗОРА



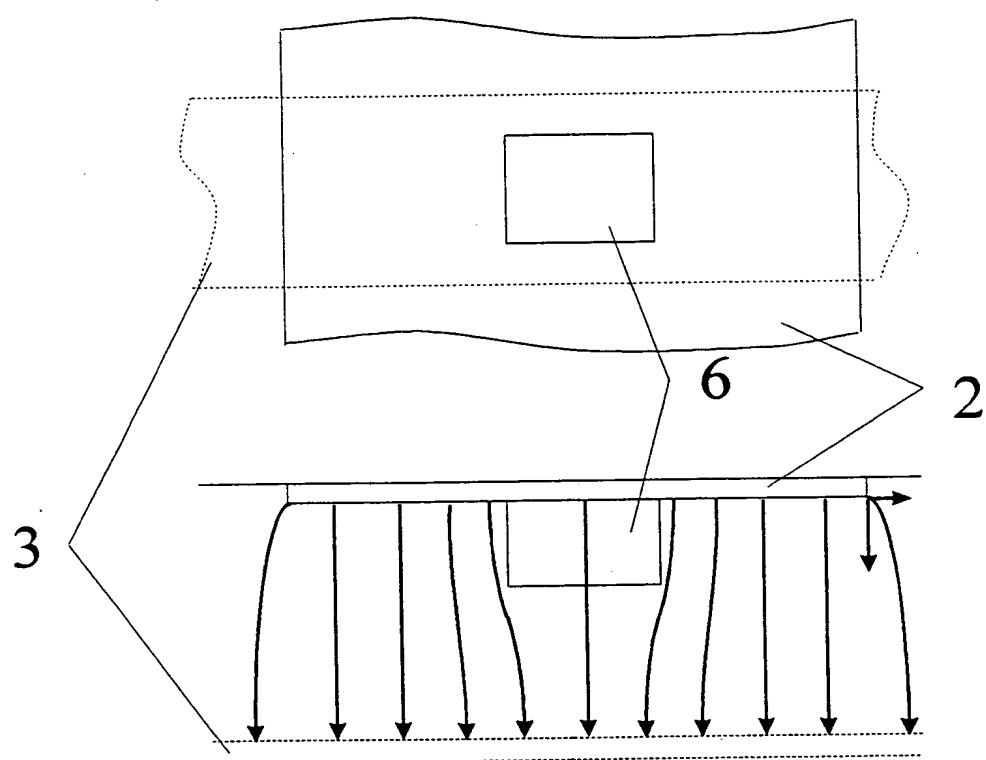
Фиг.4

СПОСОБ СОЗДАНИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО
УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ С
БОЛЬШИМ УГЛОМ ОБЗОРА



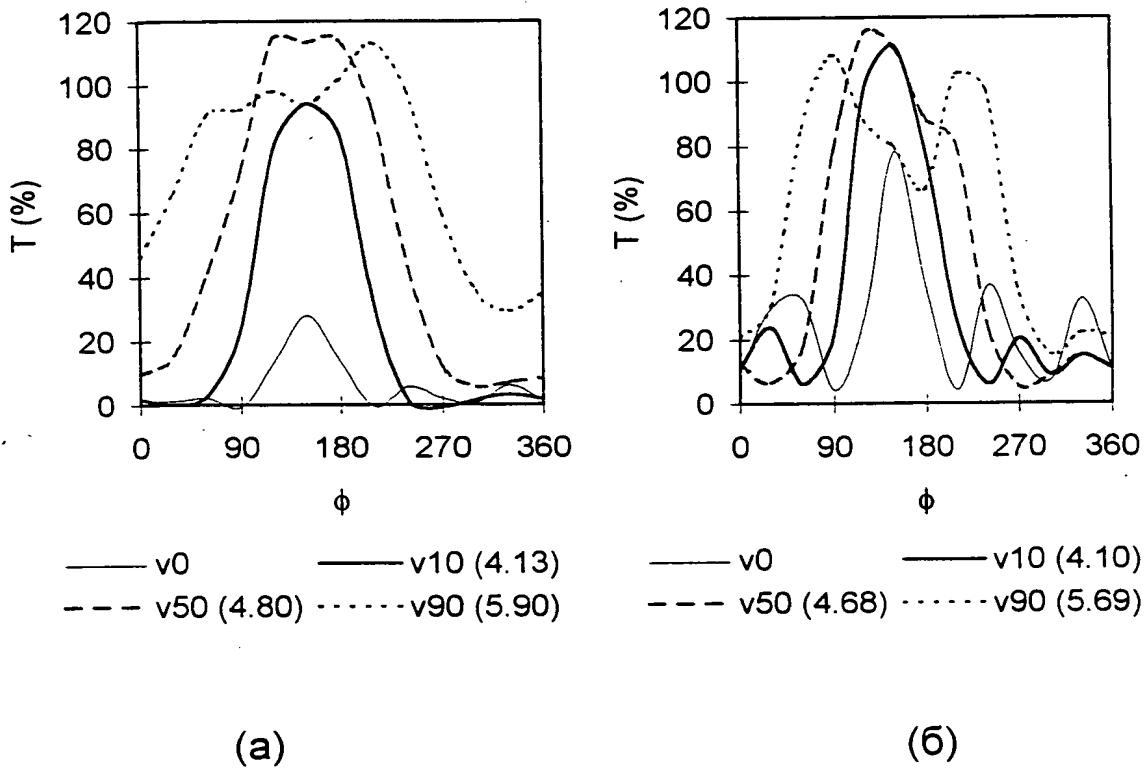
Фиг.5

СПОСОБ СОЗДАНИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО
УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ С
БОЛЬШИМ УГЛОМ ОБЗОРА



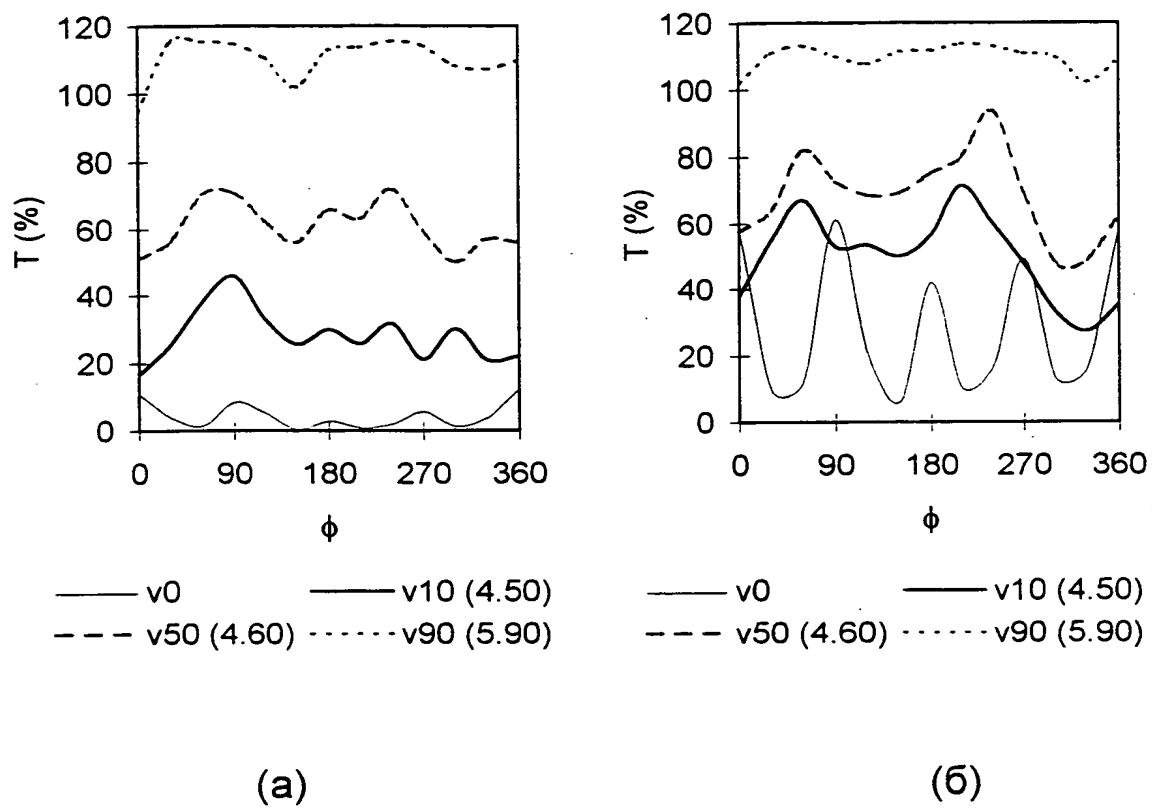
Фиг.6

СПОСОБ СОЗДАНИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО
УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ С
БОЛЬШИМ УГЛОМ ОБЗОРА



Фиг.7

СПОСОБ СОЗДАНИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО
УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ С
БОЛЬШИМ УГЛОМ ОБЗОРА



Фиг.8

РЕФЕРАТ

Способ создания жидкокристаллического устройства отображения информации с большим углом обзора, основанного на нематическом жидкокристалле с отрицательной диэлектрической анизотропией. Способ заключается в заполнении данным жидким кристаллом пространства между подложками со сформированными на них токопроводящими электродами и гомеотропно ориентирующими покрытиями. Изображение в таком устройстве создается путем приложения к электродам на противоположных подложках электрической разности потенциалов, которая переориентирует жидкий кристалл и соответственно изменяет поляризацию проходящего через него света. Отличительной чертой данного способа является то, что ориентацию вышеупомянутого жидкого кристалла в пространстве между вышеупомянутыми электродами делают неоднородной, причем эту неоднородность создают вышеупомянутым неоднородным и неортогональным подложкам в пространстве между электродами электрическим полем и поэтому не требуется выполнение многократных засветок ориентирующего слоя через фотомаску. Пропускание света каждым элементом изображения такого устройства складывается из пропусканий областей с различной ориентацией жидкого кристалла и, вследствие этого, не зависит от азимутального угла наблюдения, то есть сохраняется качество изображения.